

**110. FINE PARTICLE DETECTOR**  
PAJ 00-51-76 05040090 JP NDN-190-0122-2505-9

**INVENTOR(S)-** TETSUYA, NAGASHIMA; MASATO, AIZAWA

**PATENT APPLICATION NUMBER-** 03198194

**DATE FILED-** 1991-08-08

**PUBLICATION NUMBER-** 05040090 JP

**DOCUMENT TYPE-** A

**PUBLICATION DATE-** 1993-02-19

**INTERNATIONAL PATENT CLASS-** G01N02153; G08B01710

**APPLICANT(S)-** HOCHIKI CORP

**PUBLICATION COUNTRY-** Japan

**PURPOSE:** To detect fine particles with high sensitivity by applying laser beam to an air stream to be detected and respectively photoelectrically converting the beam passed through said air stream and the beam scattered by the fine particles in the air stream to amplifying them and introducing both signals into a subtractor to obtain a difference signal.

**CONSTITUTION:** The jet air stream 3 from an inlet jet 2 is irradiated with the laser beam from a beam emitting part 4 and the beam passed through the air stream enters the first light detection part 7 opposed to the beam emitting part 4. A second light detection part 8 receiving the scattering beam due to fine particles is provided so as to be shifted from the light detection part 7 by a predetermined angle. The light detection signals of both light detection parts 7, 8 are respectively inputted to an amplifier 15 and a variable gain amplifier 16. The gain of the amplifier 16 is adjusted so that both of the amplifiers 15, 16 become equal where there are no fine particles in the air stream and the difference signal of both output signals is obtained by the subtractor 17 of the next stage to be inputted to a judging part 18. Subsequently, the presence of fine particles such as soot or dust is judged corresponding to the magnitude of the difference signal by the judging part 18. By this constitution, the detection sensitivity of fine particles can be enhanced to a large extent.

**COPYRIGHT:** (C)1993,JPO&Japio

**NO-DESCRIPTORS .**

---

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-40090

(43)公開日 平成5年(1993)2月19日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 1 N 21/53  
G 0 8 B 17/10

識別記号 庁内整理番号  
B 7370-2J  
D 4233-5G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-198194

(22)出願日 平成3年(1991)8月8日

(71)出願人 000003403

ホーチキ株式会社

東京都品川区上大崎2丁目10番43号

(72)発明者 長島 哲也

東京都品川区上大崎2丁目10番43号 ホーチキ株式会社内

(72)発明者 相澤 真人

東京都品川区上大崎2丁目10番43号 ホーチキ株式会社内

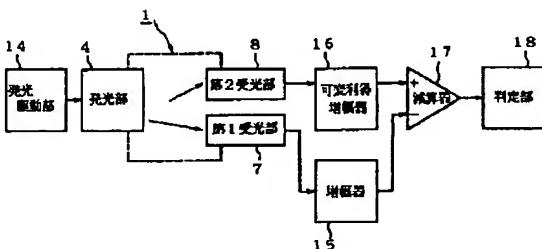
(74)代理人 弁理士 竹内 進 (外1名)

(54)【発明の名称】 微粒子検出装置

(57)【要約】

【目的】空気中に存在する煙や塵埃等の微粒子を検出する微粒子検出装置に関し、発光部に光量変化があっても、その影響を受けずに微粒子の存在を高い感度で検出することを目的とする。

【構成】煙、塵埃等の微粒子を含む空気の流れを細く絞り込み、ジェット気流として検出空間を通過させ、ジェット気流に向けて発光部から光ビームを照射し、対向位置に配置した第1受光部でジェット気流を通過した直接光を受光し、また発光部に対向する位置からはずれた位置に第2受光部を配置してジェット気流中の微粒子に当った光の散乱光を受光する。第1受光部からの受光信号は第1增幅器で増幅し、また第2受光部からの受光信号は第2增幅器で増幅する。第2增幅器の増幅率は、微粒子が存在しない状態で第1增幅器と略同じ出力信号が得られるように調整される。第1增幅器と第2增幅器の出力信号は減算器で減算され、最終的に判定部で減算器の差信号に基づいて非粒子の存在を判定する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】煙、塵埃等の微粒子を含む空気の流れを細く絞り込み、ジェット気流として検出空間を通過させる検出気流作成部と、  
前記検出空間を通過するジェット気流に向て光ビームを照射する発光部と、  
前記発光部に対向する位置に配置されて前記ジェット気流を通過した光を直接受光して電気信号に変換する第1受光部と、  
前記発光部に対向する位置からずれた位置に配置され前記ジェット気流中の微粒子に当った光の散乱光を受光して電気信号に変換する第2受光部と、  
前記第1受光部からの受光信号を増幅する第1増幅器と、  
微粒子が存在しない状態で前記第1増幅器と略同じ出力信号が得られるように増幅率が調整され、前記第2受光部からの受光信号を増幅する第2増幅器と、  
前記第2増幅器の出力信号から第1増幅器の出力信号を差し引く減算器と、  
該減算器の差信号に基づいて微粒子の存在を判定する判定部と、を備えたことを特徴とする微粒子検出装置。

【請求項2】請求項1記載の微粒子検出装置に於いて、前記第2増幅器の増幅率を調整する代わりに、前記第1増幅器の出力が第2増幅器の出力信号と略同一になるように第1増幅器の増幅率を調整したことを特徴とする微粒子検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、空气中に存在する煙や塵埃等の微粒子を検出する微粒子検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の微粒子検出装置としては、例えば図6に示すものが知られている。図6において、1は検出チャンバーであり、インレットジェット2にサンプルとなる煙や塵埃等の微粒子を含んだ空気を送り込んで検出チャンバー1内に細く絞られたジェット気流3を吹出し、アウトレットジェット5で受けて外部に排出させる。

【0003】検出チャンバー1内を通過するジェット気流3に対しては発光部4から光ビームを照射し、ジェット気流3に含まれる微粒子により光量が変化した光ビームを対向位置に設けた受光部6で受光して電気信号に変換し、この受光信号を増幅することで微粒子の存在を判定するようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の微粒子検出装置にあっては、電気的な変動或いは熱的な変動が原因で発光部4からの光量が僅かに変化した場合、このときの受光部6による受光信号の変化が微粒子の存在によるものなのか、発光部4の光量変化

10

20

30

40

50

2

によるものなのかの区別が困難である。

【0005】勿論、発光部の光量を一定に保つために自動光量制御を取り入れたり、発光部4に恒温装置を設けて温度を一定に保つことも考えられるが、装置構成が相当に複雑となり、適切な対策とはいえない。本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたもので、発光部に光量変化があっても、その影響を受けずに微粒子の存在を高い感度で検出することのできる微粒子検出装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明は次のように構成する。まず本発明の微粒子検出装置は、煙、塵埃等の微粒子を含む空気の流れを細く絞り込み、ジェット気流として検出空間を通過させる検出気流作成部と、検出空間を通過するジェット気流に向て光ビームを照射する発光部と、発光部に対向する位置に配置されジェット気流を通過した光を直接受光して電気信号に変換する第1受光部と、発光部に対向する位置からずれた位置に配置され前記ジェット気流中の微粒子に当った光の散乱光を受光して電気信号に変換する第2受光部とを備える。

【0007】これに加え本発明の微粒子検出装置は、第1受光部からの受光信号を増幅する第1増幅器と、第2受光部からの受光信号を増幅する第2増幅器とを備え、第2増幅器は微粒子が存在しない状態で第1増幅器と略同じ出力信号が得られるように増幅率が調整されていることを特徴とする。最終的に本発明の微粒子検出装置は、第2増幅器の出力信号から第1増幅器の出力信号を差し引く減算器と、減算器の差信号に基づいて微粒子の存在を判定する判定部とを備えたことを特徴とする。

【0008】ここで第2増幅器の増幅率を調整する代わりに、第1増幅器の出力が第2増幅器の出力信号と略同一になるように第1増幅器の増幅率を調整してもよい。

## 【0009】

【作用】このような構成を備えた本発明の微粒子検出装置によれば、次の作用が得られる。まず本発明の微粒子検出装置は、ジェット気流を通過した直接光を第1受光部で受光し、またジェット気流中の微粒子による散乱光を第2受光部で受光して両者の差から微粒子を検出しているため、発光部の光量が変動した場合、同じ光量の変化が第1受光部と第2受光部に現われ、両者の差として得られる検出信号には発光部の光量の変動は現われない。

【0010】またジェット気流中に煙等の微粒子が存在した場合には、第1受光部に対する直接光は微粒子に応じて減衰し、逆に第2受光部に対する散乱光は微粒子に応じて増加し、検出信号としての差信号は両者の変化を加算した変化して得られ、これによって十分に高い検出感度を得ることができる。

## 【0011】

【実施例】図1は本発明の微粒子検出装置の構成を示した実施例構成図である。図1において、1は検出チャンバであり、内部に検出空間を仕切っている。検出チャンバの1の上部にはインレットジェット2が設けられ、外部から煙等の微粒子を含む空気を加圧供給し、検出チャンバ1内の検出空間に細く絞り込んだジェット気流3を吹き出す。インレットジェット2に対向した下側の位置にはアウトレットジェット5が設けられており、インレットジェット2より細く絞り込まれて吹き出されたジェット気流3を外部に排出する。

【0012】インレットジェット2の構造は図2に示すように、内部ノズル9とエア吸込口10を備えた外部ノズル11との二重ノズル構造をもち、内部ノズル9に対し検出対象とする煙や塵埃等の微粒子を含んだ空気を加圧供給することでエア吸込口10から吸い込んだ空気と共に外部ノズル11の先端よりジェット気流3として吹き出している。

【0013】このため、ジェット気流3は中心の煙塵埃等を含んだ微粒子層12の外側にエア吸込口10から吸い込んだ空気による空気層13を保護層として形成し、微粒子層12内に存在する煙や塵埃が検出チャンバ1内の検出空間に飛び出さないようにしている。再び図1を参照するに、インレットジェットからのジェット気流3に対しては、発光部4からの光ビームが照射される。発光部4に対向した位置にはジェット気流3を通過した光を直接受光して電気信号に変更する第1受光部7が設けられる。

【0014】また、発光部4の対向位置から所定角度ずれた位置には第2受光部8が設置され、第2受光部8は発光部4からの光がジェット気流の存在する微粒子により散乱された散乱光を受光する。図3は図1に示した発光部4、第1受光部7及び第2受光部8を備えた装置構成に対する本発明の回路構成の一実施例を示した回路構成図である。

【0015】図3において、発光部4には、LED等の発光素子が用いられ、発光駆動部14より継続的に発光駆動されている。検出チャンバ1内のジェット気流3を介して発光部4からの光を直接受光する第1受光部の受光信号は第1增幅器としての増幅器15に入力される。また、ジェット気流の微粒子からの散乱光を受光する第2受光部8からの受光信号は第2增幅器としての可変利得増幅器16に入力される。

【0016】ここで本発明の受光側の増幅回路部にあつ\*

$$\alpha_1 = (S_2 - S_1) / S_1 = 0.001 / 100 = 1 \times 10^{-5}$$

尚、図4における受光部6の受光出力S1の値は受光素子よりの受光出力ではなく、受光素子の出力を増幅器で増幅した出力信号の値として示している。

【0020】図5は本発明の検出動作を示したもので、まず図5(a)はジェット気流3中に煙等の微粒子が存在しない状態を示している。この微粒子が存在しない状

\*では、検出チャンバ1内のジェット気流に煙がない状態で増幅器15の出力信号と可変利得増幅器16の出力信号が略等しくなるように可変利得増幅器16の利得(増幅率)を調整している。即ち、煙等の微粒子が存在しない状態で第1受光部7は発光部4からの光量を直接受けて受光信号を増幅器15に入力しており、この発光部4の光量に応じた増幅信号が増幅器15より出力されている。一方、第2受光部8は煙が存在しない状態では、ジェット気流中の微粒子による散乱光の受光はないが、発光部4からの光は検出チャンバ1の内壁で反射してノイズ光として第2受光部8に入射するため、ジェット気流3中に微粒子が存在しない状態においても第2受光部8からはある程度の受光信号が出力されている。

【0017】この煙等の微粒子が存在しない状態での第2受光部8に対するノイズ光に対する受光信号を増幅している可変利得増幅器16の出力信号が発光部4からの光量に応じた増幅信号を増幅している増幅器15の出力と同じになるように可変利得増幅器16の増幅率を調整する。増幅器15及び可変利得増幅器16に統いては減算器17が設けられる。減算器17は可変利得増幅器16の出力信号から増幅器15の出力信号を差し引いた差信号を出力する。減算器17からの差信号は判定部18に与えられ、差信号の大きさに応じて煙や塵埃等の微粒子の存在の有無を判定する。例えば、判定部18には所定の閾値が設定されており、この閾値を越える減算器17からの差信号が得られたときに判定信号を出力するように構成する。

【0018】次に本発明の作用を図4に示す従来装置の検出動作と図5に示す本発明の検出動作を対比しながら説明する。図4は図6に示した従来装置の検出動作を示したもので、図4(a)はジェット気流3中に煙等の微粒子が存在しない場合を示しており、発光部4からの発光出力S0=100に対し受光部6からの受光出力S1はS1=100となっている。

【0019】図4(b)はジェット気流3中に煙等の微粒子が存在した状態であり、発光部4からの発光出力S0=100に対し煙等の微粒子の存在により光が減衰し、受光部6の受光出力S2はS2=99.999に減少している。この図4の従来装置における図4(a)の微粒子が存在しない状態から、図4(b)の微粒子が存在する状態に変化したときの変化率 $\alpha_1$ は次のような。

$$\alpha_1 = (S_2 - S_1) / S_1 = 0.001 / 100 = 1 \times 10^{-5}$$

態で第1受光部7の受光出力に基づく受光信号をS1、第2受光部8の受光出力に基づく受光信号をS2とする。尚、受光信号S1は図3に示す増幅器15の出力信号であり、また、受光信号S2は図3の可変利得増幅器16の出力信号である。

【0021】まず、第1受光部7の受光出力に基づくS

11は、図4(a)の従来装置と同様、 $S_{11}=100$ となっている。これに対し第2受光部8の受光出力に基づく受光信号 $S_{21}$ は、図3に示したように増幅器15の出力信号と略同一となるように可変利得増幅器16の増幅率を調整しているため、例えば $S_{21}=101$ となっている。

【0022】これら第1受光部7及び第2受光部8に対応した増幅器15からの出力信号 $S_{11}$ と、可変利得増幅器16からの出力信号 $S_{21}$ は減算器17に与えられ、差信号 $\Delta S_1$ として

$$\Delta S_1 = S_{21} - S_{11} = 101 - 100 = 1$$

を得ている。

$$\Delta S_2 = S_{22} - S_{12} = 101.001 - 99.999 = 1.002$$

として得られる。

【0025】このため、図5(a)の微粒子が存在しない状態での差信号 $\Delta S_1$ に対する図5(b)の微粒子が※

$$\alpha_2 = (\Delta S_2 - \Delta S_1) / \Delta S_1 = (1.002 - 1) / 1 = 2 \times 10^{-3}$$

従って図4の従来装置における変化率 $\alpha_1$ と図5の本発明における変化率 $\alpha_2$ から従来装置に対する本発明の改善度をまとめてみると次のようになる。

$$\text{改善度} = \alpha_2 / \alpha_1 = 200$$

このように微粒子の存在により受光部側に対する光の量が僅かに変化しても、本発明によれば非常に大きな電気信号の変化として検出することができ、微粒子の検出感度を大幅に高めることができる。

【0026】一方、発光部4の光量変化に対しては、図4の従来装置にあっては、発光出力 $S_0$ の変化がそのまま受光部6の受光出力 $S_1$ あるいは $S_2$ の変化として表われ、この受光出力の変化は微粒子の存在によるもののか発光部4の光量の変化によるもののか区別することは困難である。これに対し、図5の本発明にあっては、煙等が存在しない状態で発光部4の発光出力 $S_0$ の変化に対し、直接光を受光している第1受光部7の受光信号の変化に対し散乱光を受光している第2受光部8の受光信号の変化も略同じ変化となり、両者の絶対的な変化量は略同じであることから第1受光部7と第2受光部8の受光信号の差信号には発光部4の光量変化は表われず、発光部4の光量変化を除いた微粒子の存在のみによる検出信号を得ることができる。

【0027】尚、上記の実施例は第2受光部8からの受光信号を増幅する第2増幅部側を可変利得増幅器16としているが、逆に第1受光部7からの受光信号を増幅している増幅器15を可変利得増幅器としてもよいし、両方を可変利得増幅器としてもよい。また、発光部4の発光駆動は、発光量の増加とSN比を改善するため、周期的に発光駆動してパルス光を発光するようにしてもよい。このように発光部4をパルス発光させた場合に、第1受光部7及び第2受光部8側の各増幅器15、16はパルス的に受光される受光信号に対応した交流増幅器とする。

\* 【0023】次に図5(b)はジェット気流3中に煙等の微粒子が存在した状態であり、微粒子の量は図4(b)の従来装置の場合と同じであり、従って、直接光を受光している第1受光部7の受光出力に基づく受光信号 $S_{12}$ は、 $S_{12}=99.999$ に減少する。これに対し、散乱光を受光している第2受光部8の受光出力に基づく受光信号 $S_{22}$ にあっては、例えば第1受光部7の減少分だけ増加したとすると、 $S_{22}=101.001$ に変化する。

10 【0024】この図5(b)の微粒子が存在した状態での減算器17による差信号 $\Delta S_2$ は

\*

$$\Delta S_2 = S_{22} - S_{12} = 101.001 - 99.999 = 1.002$$

※存在する状態での差信号 $\Delta S_2$ に対する変化率 $\alpha_2$ は次のようにになる。

$$\alpha_2 = (1.002 - 1) / 1 = 2 \times 10^{-3}$$

【0028】更に、発光部4のパルス駆動以外に発光部4に白熱灯等を使用した場合には、スリット円盤を回転して間欠的に光を照射するチョッパ装置により電気的な間欠発光と同じ働きを得ることができる。更に、図4及び図5に示した発光量及び受光信号の値は、説明を分かり易くするため便宜上示した値であり、この値に本発明が限定されることは勿論である。

【0029】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、発光部の光量の変動を受けることなく煙や塵埃等の微粒子による光量の変化を正確に知ることができる。また、微粒子が存在しない状態で直接光の受光出力と散乱光の受光出力を略等しくして減算することにより、微粒子の存在による微小な光変化であっても十分大きな信号変化として捕えることができ、微粒子の検出感度を大幅に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置構成の実施例を示した装置構成図

【図2】図1のインレットジェットとアウトレットジェットの詳細説明図

【図3】本発明の回路構成の実施例を示した回路構成図

【図4】従来装置の検出動作を示した説明図

【図5】本発明の検出動作を示した説明図

【図6】従来装置の説明図

【符号の説明】

1: 検出チャンバ

2: インレットジェット

3: ジェット気流

4: 発光部

5: アウトレットジェット

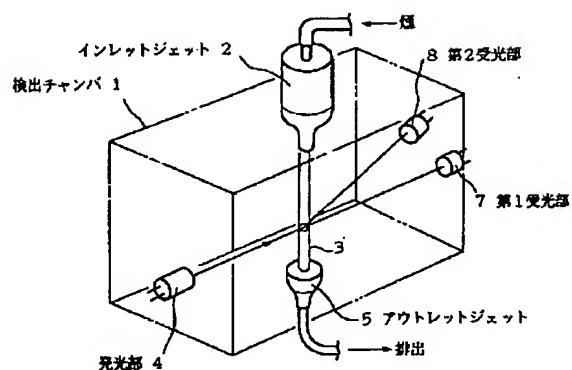
7: 第1受光部(直接光用)

50 8: 第2受光部(散乱光用)

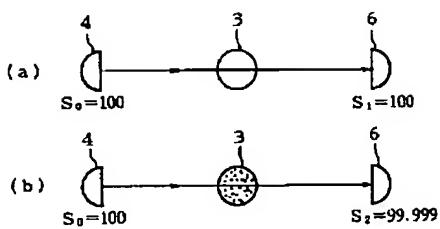
9: 内部ノズル  
10: エア吸込口  
11: 外部ノズル  
12: 微粒子層  
13: 空気層

14: 発光駆動部  
15: 増幅器（第1増幅器）  
16: 可変利得増幅器（第2増幅器）  
17: 減算器  
18: 判定部

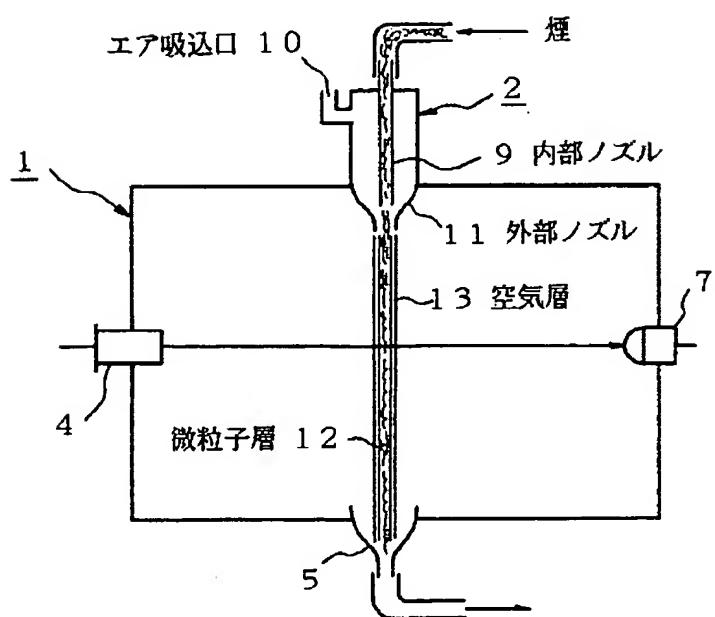
【図1】



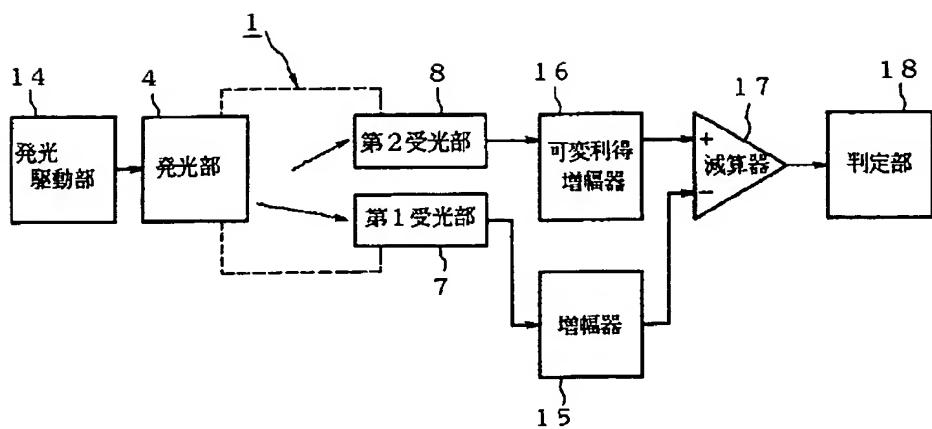
【図4】



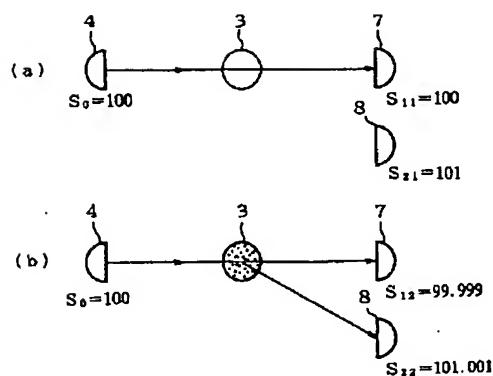
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

